

THERMODYNAMIQUE

L'objectif de ce workshop est d'acquérir les bases de la thermodynamique à travers quelques exercices.

1. DEFINITION D'UN SYSTEME ET VOCABULAIRE ASSOCIE

OUVERT OU FERME

Indiquez si les systèmes suivants sont ouverts ou fermés :

- Un aquarium.
- Une ampoule.
- Le mini frigo USB.
- La canette de votre boisson préférée.

VARIABLES D'ETAT

Quels éléments dans cette liste sont des variables d'état :

- La température de la canette
- Le flux de chaleur entre la canette et l'extérieur
- Le poids de la canette
- La masse de la canette
- La glace dans la canette
- Le volume de la canette
- La vitesse de fonte d'un glaçon dans la canette
- La pression dans la canette

VARIABLE INTENSIVE OU EXTENSIVE

Quelles variables dans cette liste sont extensives :

- Masse
- Pression
- Volume
- Température

2. TRANSFORMATIONS

ACTIONS EXTERIEURES OU INTERIEURES

Si je considère uniquement la canette (fermée) comme mon système, classez les actions qui s'appliquent sur mon système en action extérieure ou intérieure :

- La pression à l'intérieur de la canette.
- Flux de chaleur de la canette vers l'extérieur

THERMODYNAMIQUE

- La pression atmosphérique qui s'applique sur la canette.
- Flux de chaleur du module à effet Peltier vers la canette.
- Le poids de la canette.

TYPES DE TRANSFORMATION

Quel type de transformation permet de représenter le mieux ces situations :

- Je fais cuire mes légumes plus rapidement dans une cocotte-minute.
- L'eau dans le bac à glaçon dans mon congélateur se transforme en glace.
- Lorsque je mets mon déodorant en aérosol, la paroi de la bombe devient plus froide.
- La fonte de mes glaçons.

PRINCIPE 0 DE LA THERMODYNAMIQUE ET GAZ PARFAITS

EXERCICE :

La pression d'un pneumatique est ajustée l'hiver à (-10°C) à 2 atmosphères (pression préconisée à froid par le constructeur).

Quelle pression indiquerait un manomètre l'été à 30°C ?

Sachant que le conducteur est capable de ressentir les effets d'une variation de pression de 10%, doit-il tenir compte du changement de saison pour le gonflage de ses pneus ?

On considèrera que le volume du pneu est constant.

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

TRANSFERTS THERMIQUES

MODES DE TRANSFERT THERMIQUE

Exercice 1 :

Certaines douches solaires sont constituées d'un sac plastique noir dans lequel on place de l'eau et que l'on expose au Soleil.

Identifier le mode de transfert thermique :

- du Soleil vers le sac plastique;
- du sac plastique vers l'eau qu'il contient;
- dans l'eau contenue dans le sac plastique.

Exercice 2 :

Lors de la découpe d'une plaque métallique à l'aide d'une scie à métaux, on constate un échauffement important de la plaque et de la scie.

- Comment varie l'énergie interne de la plaque métallique lors du découpage?
- Par quel mode de transfert subit-elle cette variation d'énergie interne?

THERMODYNAMIQUE

Exercice 3 :

Un bloc de masse m est moulé autour d'un thermoplongeur de puissance $P = 400 \text{ W}$. Le bloc de glace est initialement à la température de 0°C . Il entoure toute la partie chaude du thermoplongeur. On admet que les pertes sont négligeables et que l'eau est toujours en contact avec le thermoplongeur. On chauffe la glace pendant un temps t et le thermoplongeur fournit une énergie de $0,1 \text{ kWh}$. La glace se transforme intégralement en vapeur d'eau à 100°C .

- 1) Calculer le temps t de chauffage.
- 2) Calculer la masse de glace m qui va être intégralement transformée en vapeur à 100°C .
- 3) Quel est le principal mode de transfert de la chaleur du thermoplongeur à la glace lorsque celle-ci fond ?

Données :

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$\text{Chaleur latente de fusion : } L_f = 3,3 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$$

$$\text{Chaleur latente de vaporisation : } L_v = 2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$$

$$\text{Capacité thermique massique de l'eau liquide : } c_{\text{eau liquide}} = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J/K}$$

APPLICATIONS THERMIQUE

CALCULER UNE VARIATION D'ENERGIE INTERNE

On considère un système qui échange de l'énergie avec l'extérieur. On a représenté sur le schéma ci-dessous ces transferts. On donne $|W| = 120 \text{ J}$, $|Q_1| = 100 \text{ J}$ et $|Q_2| = 200 \text{ J}$.



1. Quelles sont les causes possibles d'une variation de l'énergie interne d'un système?
2. Préciser les signes des transferts d'énergie W , Q_1 et Q_2 . Justifier la réponse.
3. Quelle est la variation de l'énergie interne du système ?

BILAN THERMIQUE

Un cumulus électrique est une réserve d'eau chauffée par un conducteur ohmique. En l'absence de chauffage, la température de l'eau chaude qu'il contient diminue au fil des heures.

On souhaite faire le bilan énergétique de l'eau contenue dans le cumulus.

1. Définir le système étudié.
2. Relever la nature des transferts énergétiques entre ce système et l'extérieur.
3. Repérer le sens de ces transferts et leur attribuer un signe.
4. Présenter le bilan énergétique à l'aide d'un schéma.

THERMODYNAMIQUE

CALCUL D'UN FLUX THERMIQUE

On peut trouver sur le marché des casseroles en aluminium et d'autres en cuivre.

Pour déterminer lequel de ces deux matériaux est celui qui transfère l'énergie thermique le plus rapidement, on utilise deux plaques de mêmes dimensions, l'une en cuivre et l'autre en aluminium.

On maintient un écart de température constant et égal à 5,0 °C entre les deux faces planes et parallèles de la plaque de cuivre. Le transfert thermique, pendant une durée de 15 min, entre les deux faces est $Q_{Cu} = 4,4 \times 10^6 \text{ J}$.

Ensuite, on procède de même avec la plaque d'aluminium dont la résistance thermique est $R_{th \text{ Al}} = 1,7 \times 10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$.

Donnée :

Le flux thermique a pour expression : $\phi (\text{phi}) = Q/\Delta t = |T_1 - T_2| / R_{th}$.

1. Quel est le flux thermique qui traverse :
 - a. la plaque de cuivre ?
 - b. la plaque d'aluminium ?
2. Pour des dimensions identiques, quel est le matériau qui transfère le plus rapidement l'énergie thermique ?

ENERGIE THERMIQUE

La fenêtre d'une chambre est constituée d'un simple vitrage. La température de la chambre est $T_i = 19^\circ\text{C}$ et la température extérieure $T_e = -1^\circ\text{C}$.

Ces températures sont considérées constantes.

1. Schématiser la situation en précisant le sens du transfert thermique à travers la vitre.
2. Calculer la valeur du flux thermique à travers la vitre.
3. Quelle est l'énergie thermique transférée en 1,25 h ?

Donnée : $\phi = Q/\Delta t = |T_1 - T_2| / R_{th}$.

La résistance thermique de la vitre est : $R_{th \text{ vitre}} = 5,0 \times 10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$.

CALCUL DUREE TRANSFERT

Un étudiant épuisé souhaite prendre un bain.

L'eau courante arrive à température de 10°C dans le chauffe-eau électrique alimenté en 200V; on considère qu'elle a une capacité calorifique constante de $c_{eau \text{ liquide}} = 4,2 \text{ kJ/kg/K}$ constante et une masse volumique constante $\rho_{eau \text{ liquide}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

1. Combien faut-il d'énergie pour chauffer l'eau à 40°C afin de remplir une baignoire de 270 L ?
2. Combien de temps le réchauffage prendra-t-il si la puissance de chauffage, le flux thermique, est constant et de $\phi = +2 \text{ kW}$?